ハイボルトテスタ
ＨＶＴ－１１Ｋ

取扱説明書
（第２版）

－ＳＯＵＫＯＵ－

本社，工場　　〒529-1206　滋賀県愛知郡秦荘町蚊野 215
TEL　0749‐37‐3664　　　FAX　0749‐37‐3515
東京営業所　　〒101-0023　東京都千代田区神田松永町三友ビル３Ｆ
TEL　03‐3258‐3731　　　FAX　03‐3258‐3974

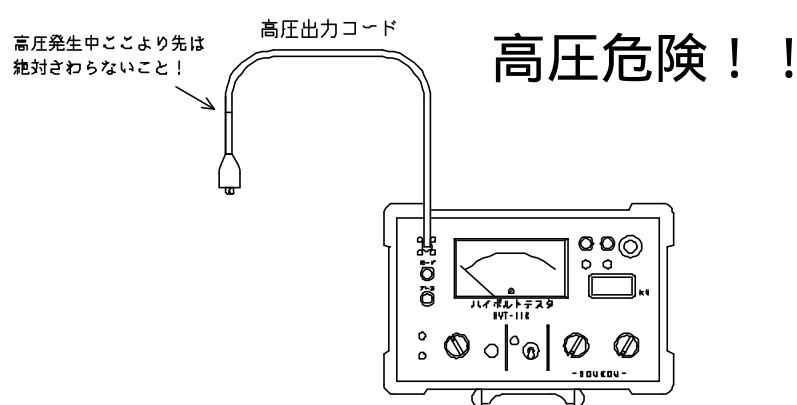
目　次

安全にご使用いただくために

安全にご使用いただくため、試験装置をご使用になる前に、次の事項を必ずお読み下さい。
また、仕様に記されている以外で使用しないで下さい。
試験装置のサービスは、当社専門のサービス員のみが行えます。
詳しくは、（株）双興電機製作所にお問い合わせ下さい。

人体保護における注意事項

感電について

　人体や生命に危険が及ぶ恐れがありますので、各測定コードを接続する場合は、十分気をつけて接続して下さい。
　測定中、高圧出力部には高電圧（最高ＤＣ１１ｋＶ）を発生していますので、十分注意して下さい。

　又、活線状態（受電状態）での使用は、絶対に行わないで下さい。

電気的な過負荷

　感電または、発火の恐れがありますので、測定入力には指定された範囲外の電圧、電流を加えないで下さい。

パネルの取り外し

　試験装置内部には電圧を印加、発生する箇所がありますので、パネルを取り外さないで下さい。

適切なヒューズの使用

　発火等の恐れがありますので、指定された定格以外のヒューズは使用しないで下さい。

機器が濡れた状態での使用

　感電の恐れがありますので、機器が濡れた状態では使用しないで下さい。

ガス中での使用

　発火の恐れがありますので、爆発性のガスがある場所では使用しないで下さい。

機器保護における注意事項

電　源

　指定された範囲外の電圧を印加しないで下さい。

故障と思われる場合

　故障と思われる場合は、必ず（株）双興電機製作所または、販売店までご連絡下さい。

１．　仕様

（１）使用電源　　　　　：３電源方式（内蔵電池、直流外部電源、交流外部電源）
（２）内蔵電池　　　　　：ニッケル・カドミウム電池（ＤＣ１２Ｖ、２５００ｍＡｈ）
　出力時間　１１ｋＶ発生（無負荷）で約５時間
（３）直流外部電源　　　：ＤＣ１２Ｖ（１１～１４Ｖ）　電源容量３Ａ以上
　＊電源の出力端子が接地されていないこと
（４）交流外部電源　　　：ＡＣ１００Ｖ±１０％　５０／６０Ｈｚ
（５）消費電力　　　　　：最大３０Ｗ

（６）出力電圧　　　　　：ＤＣ０～-１１ｋＶ（負極性）
（７）出力電流　　　　　：２ｍＡ（短絡時）、６００μＡ（-１１ｋＶ発生時）
（８）リップル　　　　　：出力電圧値の±１％以内（-１～-１１ｋＶ）
（９）負荷変動率　　　　：Ｆ．Ｓ．-１１ｋＶに対して±１％以内
　（無負荷より定格負荷を接続）
（１０）ｽﾃｯﾌﾟ電圧設定誤差：Ｆ．Ｓ．-１１ｋＶに対して±１％以内

（１１）電圧計　　　　　：３・１／２桁　ＬＣＤ表示器
（１２）表示範囲　　　　：０～-１２ｋＶ
（１３）分解能　　　　　：０．０１ｋＶ
（１４）測定精度　　　　：-１０ｋＶに対し±１％±１ｄｇｔ

（１５）絶縁抵抗計　　　：アナログ指示計器
（１６）有効測定範囲　　：０．０１ＧΩ～１００ＧΩ（１ＧΩ＝１０００ＭΩ）
　＊-１～-１１ｋＶの電圧範囲で各設定値に応じた３桁
　但し、-１１ｋＶは１００ＧΩまで

出力電圧	有効測定範囲	出力電圧	有効測定範囲
-1kV	0.01G～10GΩ	-7kV	0.07G～70GΩ
-2kV	0.02G～20GΩ	-8kV	0.08G～80GΩ
-3kV	0.03G～30GΩ	-9kV	0.09G～90GΩ
-4kV	0.04G～40GΩ	-10kV	0.1G～100GΩ
-5kV	0.05G～50GΩ	-11kV	0.11G～100GΩ
-6kV	0.06G～60GΩ		

（１７）測定精度　　　　：指示値に対し±１０％以内（有効測定範囲にて）

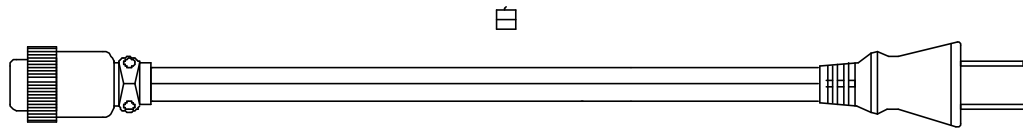
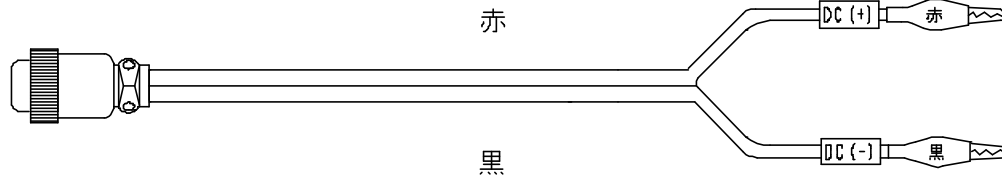
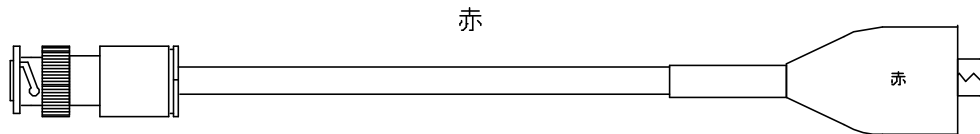
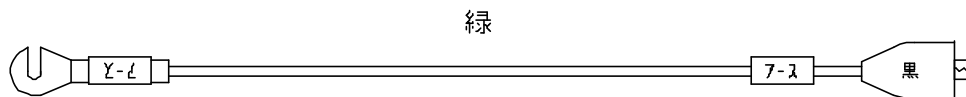
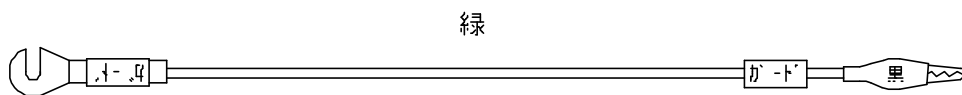
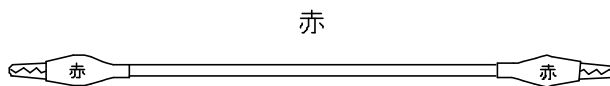
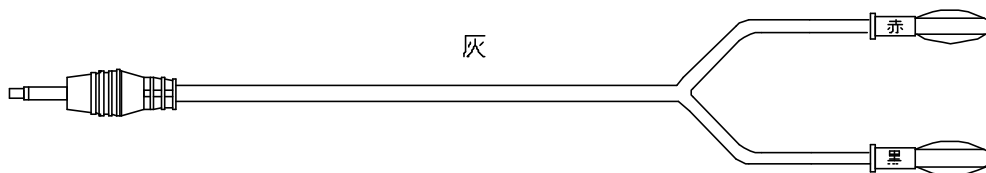
（１８）電流記録計出力　：１μＡでＤＣ１０ｍＶ
（１９）出力精度　　　　：　０～　１μＡ未満　ＤＣ　１０ｍＶに対し±５％以内
　１～　１０μＡ未満　ＤＣ　１００ｍＶに対し±５％以内
　１０～１００μＡ以下　ＤＣ１０００ｍＶに対し±５％以内
　＊記録計の入力ｲﾝﾋﾟｰﾀﾞﾝｽは１ＭΩ以上であること

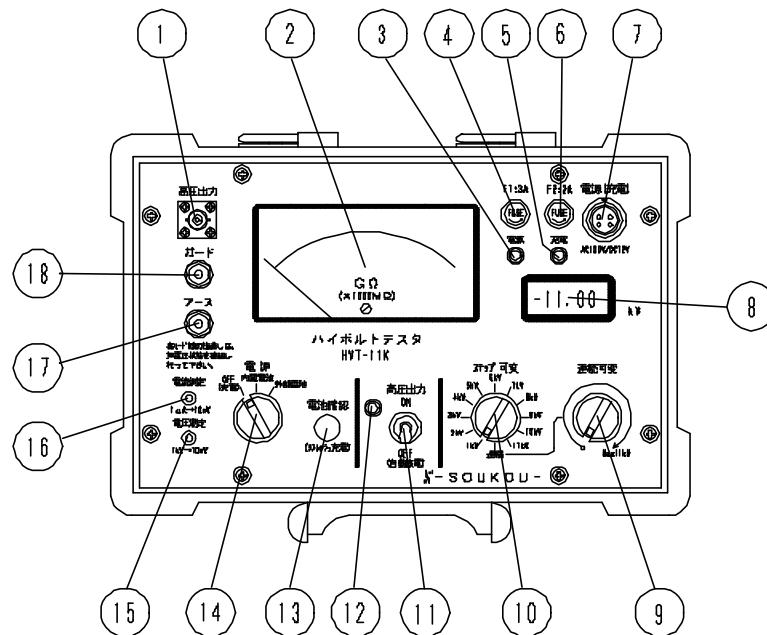
（２０）電圧記録計出力　：１ｋＶでＤＣ１０ｍＶ
（２１）出力精度　　　　：１００ｍＶに対し±５％以内
　＊記録計の入力ｲﾝﾋﾟｰﾀﾞﾝｽは１ＭΩ以上であること

（２２）自動放電機能　　　　：試験終了時（電源ＯＮで高圧出力ＯＦＦの状態）に被試験物の充電
　　　　　　　　　　　　　　電荷を自動で放電します（但し、電源に規定の電圧を入力時）
　　　　　　　　　　　　　放電抵抗　３MΩ
　　　　　　　　　　　　　放電時間　６０秒以上動作

（２３）充電　　　　　　　：交流外部電源（ＡＣ１００Ｖ±１０％　５０／６０Ｈｚ）
（２４）充電方式　　　　　：急速充電とﾘﾌﾚｯｼｭ充電の２方式
　　　　　　　　　　　　　＊急速充電…充電前の電池容量に足していく方法
　　　　　　　　　　　　　＊ﾘﾌﾚｯｼｭ充電…電池容量を終始電圧まで放電し充電を行う方法
（２５）充電時間　　　　　：約３時間（急速充電の場合）
　　　　　　　　　　　　　　＊ﾘﾌﾚｯｼｭ充電は、電池容量により充電時間が変わります

（２６）外形寸法　　　　　：２９６（W）×１９６（D）×２１８（H）
（２７）重量　　　　　　　：約４ｋｇｗ

（２８）付属品
・交流電源コード（０．７５ｓｑ×２芯 ３m）　……………………………１本

・直流電源コード（０．７５ｓｑ×２芯 ３m）　……………………………１本

・高圧出力コード（シリコンゴム線 ３m）………………………………１本

・アースコード（２ｓｑ ５m）　……………………………………………１本

・ガードコード（２ｓｑ　５ｍ）　…………………………………………… １本

・三相短絡コード（１．２５ｓｑ　５０ｃｍ）　……………………… ２本

・記録計コード（ﾏｲｸﾛﾌｫﾝｺｰﾄﾞ　１．５ｍ）　……………………………… ２本

・ヒューズ（２Ａ）　……………………………………………………………２本
・ヒューズ（１Ａ）　……………………………………………………………２本
・取扱説明書　　　　……………………………………………………………１部

２.　各部名称

１．高圧出力コネクタ

　　高電圧（試験電圧）を出力するコネクタで、０～-１１ｋＶ出力します。

２．絶縁抵抗計[×１０００MΩ]

　　絶縁抵抗目盛として、∞、１００GΩ(100,000MΩ)～0.01GΩ(10MΩ)、０の範囲を指示します。

３．電源ランプ

　　本装置が動作状態の場合点灯します。

４．電源ヒューズ（３Ａ）

　　電源回路の保護ヒューズです。

５．充電ランプ

　　バッテリの充電表示ランプです。充電中は点灯し、充電が完了すると消灯します。
　　（外部電源で交流電源を使用中、充電ランプが点灯しますが充電は行っていません。）

６．外部直流電源ヒューズ（2Ａ）

　　外部直流電源回路の保護ヒューズです。

７．電源(充電)コネクタ

　　本装置の動作電源入力用のコネクタで、DC12Ｖ又は、ＡＣ１００Ｖの電源を供給します。
　　又、電源切替スイッチが“ＯＦＦ(充電)”の場合、ＡＣ１００Ｖの電源を供給することでバッテリを充電します。

８．電圧計

　　直流電圧計として、出力電圧値を表示します。又、動作状態で電池確認スイッチを押すと、電池電圧値を表示します。

　　　＊高電圧発生中……出力電圧値表示
　　　＊電源ＯＮ状態で電池確認スイッチを押す……電池電圧値表示

９．連続可変ツマミ

　　被試験物に印加する電圧を、０～１１ｋＶまで連続的に調整します。

１０．ステップ可変ツマミ

　　被試験物に印加する電圧を、１ｋＶ単位で１１ｋＶまで調整します。

１１．高圧出力スイッチ
　高電圧（試験電圧）の出力スイッチで、“ＯＮ”で高圧出力コネクタより、電圧を出力します。
１２．高圧出力ランプ
　高圧出力スイッチ“ＯＮ”の状態（高電圧出力状態）で点灯します。
１３．電池確認スイッチ
　内蔵電池の電圧値を確認します。（電圧値は、電圧計に表示します。）
　又、充電時にリフレッシュ充電する場合押します。
１４．電源切替スイッチ
　ＯＦＦ（充電）及び、試験で使用する電源を選択します。
　＊ＯＦＦ（充電）……電源をＯＦＦにします。又、内蔵電池の充電を行う時に選択します。
　＊内蔵電池……………内蔵電池で本装置を動作させる時に選択します。
　＊外部電源……………他の直流又は、交流電源で本装置を動作させる時に選択します。
１５．電圧測定ジャック
　被試験物に印加する電圧に応じた、記録計用電圧を出力します。
　（１ｋＶ→１０mV）
１６．電流測定ジャック
　被試験物に流れる充電電流、漏洩電流を電圧に換算した、記録計用電圧を出力します。
　（１μＡ→１０mV）
１７．アース端子
　付属のアースコードを接続し、接地します。試験時、この端子に流れ込む電流により絶縁抵抗計を指示させます。
１８．ガード端子
　被試験物のシース上を流れるリーク電流を吸収します。
　（極湿状態及び、汚損状態の激しい場合に使用します。）
　又、ガード接地法にて試験を行う場合は、付属のガードコードを接続し、接地します。

３．　電池の充電

３－１　充電の時期

内蔵電池を使用中に、電源ランプが赤色で点灯している場合は、電池電圧が低下しているため、充電する必要があります。

電池電圧は、電源ＯＮ状態で電池確認スイッチを押すと、電圧計に表示する値により確認することができます。

電池電圧と電源ランプの色の関係は次のようになっています。

電池電圧	約１０．５Ｖ以上	約１０．５Ｖ未満
電源ランプ	緑色	赤色

＊＊注意＊＊
充電時の周囲温度
１．充電効率のよい周囲温度は１０～３０℃です。できるだけこの温度の場所で充電を行って下さい。
２．周囲温度０℃以下及び４０℃以上での充電は、性能劣化や液漏れの原因となりますので避けて下さい。

３－２　充電方法（急速充電）

電源切替スイッチを“ＯＦＦ(充電)”に切り替え、付属の交流電源コードを電源(充電)コネクタに接続し、ＡＣ１００Ｖを供給して下さい。

＊＊注意＊＊
充電は必ずＡＣ１００Ｖの電圧を供給して下さい。それ以上の電圧の場合、本装置の故障の原因となります。

３－３　充電時間

電源ランプの色が赤色になった状態で充電を行うと、約３時間で満充電となり充電が完了します。（リフレッシュ充電の場合、電池に残っている容量により充電時間が変わります。）

３－４　充電ランプ

・急速充電
　点灯………充電中　　点滅………補充電　　消灯………充電完了
・リフレッシュ充電
　点灯………充電中　　点滅………放電及び補充電　　消灯………充電完了

３－５　リフレッシュ充電について

リフレッシュ充電とは、内部放電抵抗により内蔵電池を終止電圧まで放電し、その後、充電を行う方法です。

内蔵電池にて、１回の充電での使用時間が短い（メモリー効果の現れ）と感じられた場合は、リフレッシュ充電を行って下さい。

内蔵電池を使い切らず、充電を行っている場合は、電池のメモリー効果を防止するため、電池の充放電サイクル１０回につき１回程度、内蔵電池のリフレッシュを行うことをお勧めします。（内蔵電池の寿命に対しては、完全充電、完全放電のサイクルが最良の使用方法です。）

リフレッシュ充電は、急速充電を行う際に電池確認スイッチを押すことで行えます。

誤ってリフレッシュ充電を始めた場合、交流電源コードを電源(充電)コネクタから一度抜き、１０秒程度経ってから接続して下さい。

４．　電池の交換

充電をしてもすぐに電源ランプが赤色に点灯するような場合、又は、電源ランプが点灯しない場合は、電池の寿命と考えられるため交換が必要です。

交換については、（株）双興電機製作所、又は、販売店にお送り下さい。

５．　ニッケル・カドミウム電池保存上の注意

５－１　保存環境

－２０～＋３０℃の範囲で腐食性ガスのない湿度の低い乾燥した場所に保存して下さい。

この条件以外での保存は液もれやさびの発生の原因となります。

５－２　保存特性（自己放電）

電池は満充電の状態でも、放置すると徐々に放電してしまいます。この現象を自己放電と呼びます。自己放電する量は電池の保存温度により異なり、保存温度が高いほど自己放電する量が大きくなります。

内蔵電池の自己放電特性（満充電を１００％とする）

	5日	１0日	３0日	６0日	９0日
２０℃	９８％	９５％	８５％	８０％	７０％
３０℃	９５％	９０％	８０％	６５％	６０％
４０℃	９０％	８５％	６５％	４５％	４０％
５０℃	８５％	７０％	５０％	３０％	－

５－３　長期保存

長期保存後の初回充電では反応物質の不活性化により、容量が少ない場合がありますが、これは充放電を数回繰り返すことにより回復します。

又、１年以上の長期保存の場合、自己放電による性能劣化や液もれを防止するため、最低１年に１回は充電を行って下さい。

６．　外部電源の使用方法

６－１　交流電源の使用

電源切替スイッチを“外部電源”に切り替え、付属の交流電源コードを電源(充電)コネクタに接続し、ＡＣ１００Ｖを供給して下さい。

（外部電源で交流電源を使用中、充電ランプが点灯しますが充電は行っていません。）

交流電源の使用は、直流電源に比べ誘導電圧等の影響を受けやすく、ケーブル診断で数μＡの微少電流を測定する時などに、変動の要因となります。

ケーブル診断では交流電源は使用せず、内蔵電池及び、外部直流電源を使用して下さい。

やもえずケーブル診断で使用する時は、あらかじめ診断データに電流変動がある事を考慮して行なって下さい。

＊＊注意＊＊
交流電源は必ずＡＣ１００Ｖの電圧を供給して下さい。それ以上の電圧の場合、本装置の故障の原因となります。

６－２　直流電源の使用

電源切替スイッチを“外部電源”に切り替え、付属の直流電源コードを電源(充電)コネクタに接続し、ＤＣ１２Ｖ（１１～１４Ｖ）を供給して下さい。尚、クリップの接続は赤色がプラス（+）、黒色がマイナス（－）です。

＊＊注意＊＊
直流電源は必ずＤＣ１１～１４Ｖの電圧を供給して下さい。それ以上の電圧の場合、本装置の故障の原因となります。
又、各電源コードは同一のコネクタに接続するため、誤って直流電源コードのクリップを交流電源に接続しない様にして下さい。

７．　測定準備

７－１　絶縁抵抗計の零位調整

電源切替スイッチが“ＯＦＦ”の状態で、絶縁抵抗計の零調整部をマイナスドライバー等で回し、指針を∞目盛りの中央に正しく合わせます。

７－２　測定コードの接続

高圧出力コードを高圧出力コネクタに確実に接続し、アースコードをアース端子に、ガードコードをガード端子に接続して下さい。

（ガードをとる必要のないときは、ガードコードの接続は行いません。）

７－３　電池電圧の確認

動作状態で電池確認スイッチを押し、電圧計に表示する電池電圧を確認して下さい。

電源ランプが緑色のときは、そのまま使用できます。又、電源ランプが赤色のときは、電池を充電して下さい。「３－１：充電の時期」参照

７－４　記録計の接続

付属の記録計コードを電流測定ジャック又、電圧測定ジャックに接続することで、アース－高圧出力間の電流、電圧を記録計に出力することができます。

出力コードは、記録計コードの赤がプラス（＋）、黒がマイナス（－）となります。

出力感度　　電流出力　１μＡ→１０mV
　　　　　　電圧出力　１ｋＶ→１０mV

＊＊注意＊＊
記録計コードは、絶縁抵抗測定時の高電圧出力に対して耐圧の保証はできません。絶縁抵抗測定時に、記録計コードを高電圧印加部に近づけると、故障の原因となりますので、絶対に近づけないで下さい。

７－５　スイッチ等の定位置

測定を行う前に、本装置のスイッチ等が下記の位置にして下さい。
この位置が測定前の定位置となります。

電源切替スイッチ………………ＯＦＦ(充電)
高圧出力スイッチ………………ＯＦＦ(自動放電)
ステップ可変ツマミ……………連続
連続可変ツマミ…………………０

８．　測定方法

１）本装置のスイッチ等が定位置にあるかを確認して下さい。
　　「７－５　スイッチ等の定位置」参照
２）リード線等を接続して下さい。（図１、２参照）
３）電源切替スイッチを、使用する電源に合わして切り替えて下さい。（電源ランプ点灯）
　通常は“内部電池”に設定します。
４）高圧出力スイッチを“ＯＮ”にして下さい。（高圧出力ランプ点灯）
５）ステップ可変又は、連続可変にて試験電圧を調整します。
　＊ステップ可変を使用し試験電圧を出力する場合
　　ステップ可変ツマミを、発生させたい電圧のレンジに切り替えて下さい。
　＊連続可変を使用し試験電圧を出力する場合
　　電圧計を確認しながら連続可変ツマミを回し、発生させたい電圧値に調整して下さい。

＊＊危険＊＊
高圧出力コードの電極部には高電圧が発生しています。感電には充分注意して下さい。
又、連続可変では、連続可変ツマミが“０”の位置でも５００Ｖ程度出力するようになっていますので、感電には充分注意して下さい。

６）絶縁抵抗計の指示が安定するまで確認していて下さい。被試験物により、指示の安定する時間は異なります。

電流出力ジャックを記録計に接続することにより、電流の変化が記録計等で測定出来るようになり、より正確に判定が出来ます。

７）絶縁抵抗計の指示が安定し、測定が終われば可変ツマミを戻して下さい。
　＊ステップ可変を使用した場合
　　ステップ可変ツマミを“連続”に切り替えて下さい。
　＊連続可変を使用した場合
　　連続可変ツマミを“０”に戻して下さい。
８）測定終了後、高圧出力コードの接続はそのままの状態で、高圧出力スイッチを“ＯＦＦ”にして下さい。（高圧出力ランプ消灯）
　必ず１分以上経過させ、被試験物に充電された電荷を確実に放電させて下さい。

『自動放電機能』
　この機能は、高圧出力スイッチを“ＯＦＦ”にすると、自動的に充電した電荷を放電する機能です。

＊＊危険＊＊
測定終了後、すぐに被試験物又は、高圧出力コードに触ると、充電されている電荷で感電することがあるので、触らないように充分注意して下さい。
又、この機能は電源切替スイッチが“ＯＦＦ”の状態では働かないため、必ず電荷が放電しているのを確認してから“ＯＦＦ”にして下さい。
更に、安全性を考慮して抵抗付き接地棒等を用いて、負荷の残留電荷を放電することを推奨します。

９）電源切替スイッチを“ＯＦＦ”に切り替えて下さい。（電源ランプ消灯）
１０）リード線等の接続を外して下さい。

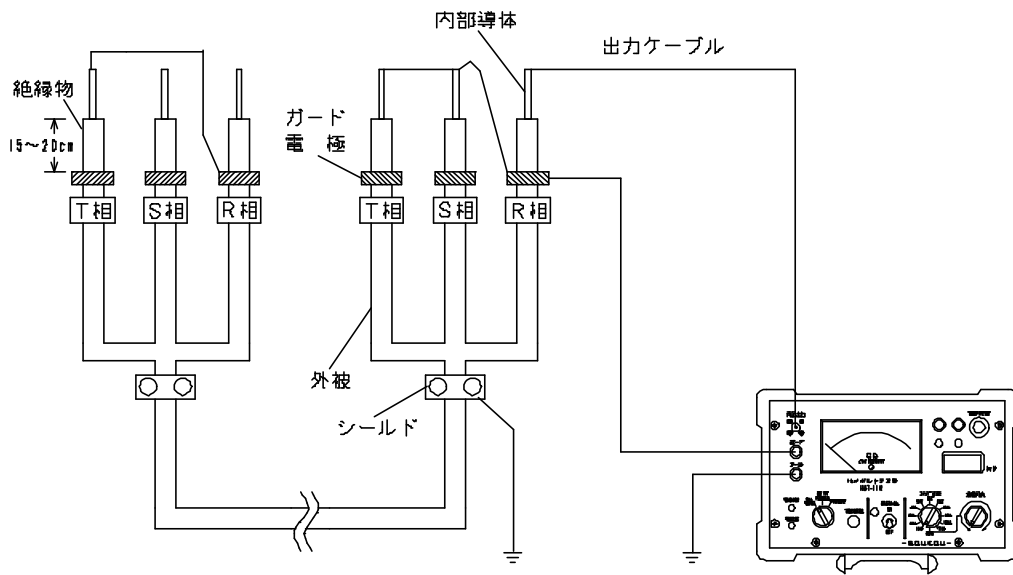
＊＊危険＊＊
本装置のケース本体は、ガード端子と接続されています。そのため、ケースがアース端子の接続部分に接触している場合は、絶縁抵抗計が振れない又は、少なく振れることがあるので注意して下さい。
例１
　ケーブル単体で絶縁診断を行った場合は、アース端子を接地します。この時ケースが鉄骨、地面等に振れていると測定が異常になります。
例２
　ガード接地方式で絶縁診断を行った場合は、ガード端子を接地、アース端子はケーブルのシールドに接続します。この時、シールド線がケースに振れていると測定が異常になります。

＊雨天時など湿度が高い時、又、精度の高いデータをとる場合は、ガードを取って下さい。

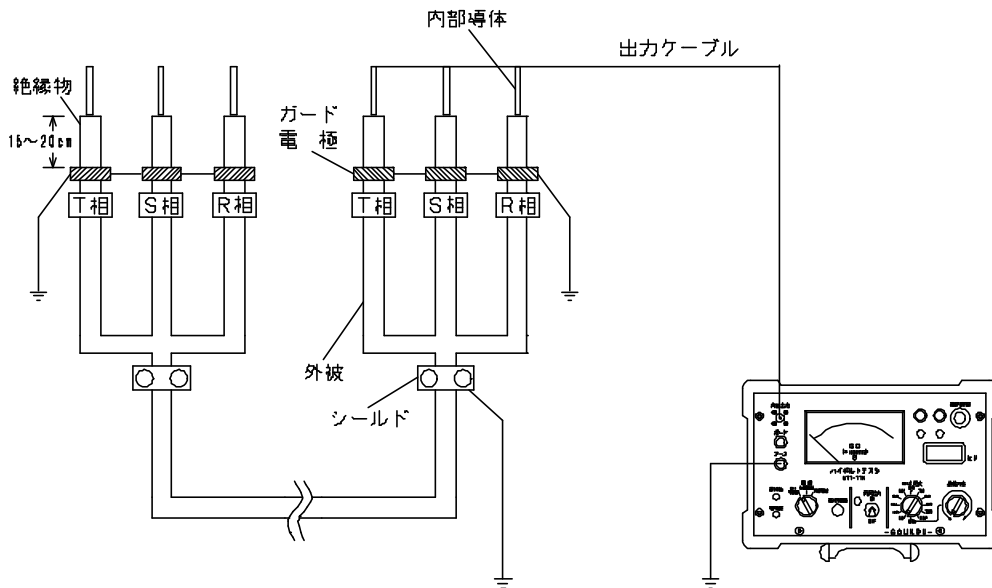
図1：１相ずつ行う場合

＊雨天時など湿度が高い時、又、精度の高いデータをとる場合は、ガードを取って下さい。

図2：３相一括の場合

９．　絶縁診断を行う前に

９－１　現場試験における留意点

工場試験では、ケーブル単独の絶縁診断ができるので問題はありませんが、受電設備に設置されたケーブルであれば、開閉器、がいし及びケーブル表面の漏れ電流の影響を受けるため、開閉器、がいし等の切り離しが必要となります。ですが、これは時間的な問題で現場ではなかなか実施できないのが現状であり、切り離してもケーブル表面の汚染による絶縁低下のため、その内部抵抗が測定できません。この内部絶縁物の絶縁破壊により地絡事故が発生し、波及事故となるケースがあります。

当社の診断結果から、通常のケーブルの内部絶縁抵抗は１００万(MΩ)以上であり、それ以下は初期劣化(トリーの発生等)あるいは、端末処理に問題があると思われます。

９－２　ケーブルの種類と構造

基本的には、６ｋＶ級も１５４ｋＶ級も変わりはなく、芯線、内部半導電層、絶縁層、外部半導電層、シールド、シースからなっています。そして、シースを施した状態により図３のように単芯形、３芯一括シース形、単芯３芯より合せ形の３種類があります。

初期には、半導電層は、半導電性布テープが用いられていました。ところが技術が進歩すると同時に、押出半導電層が用いられるようになってきました。この半導電性布テープと押出半導電層との組み合わせにより、表１のように３種類のケーブルがあります。

図３：ＣＶケーブルの種類

単芯形

３芯一括シース形

単芯３芯より合わせ形
（トリプックス）

１：芯線　　２：内部半導電層　　３：絶縁層
４：外部半導電層　　５：シールド　　６：シース
７：介在物

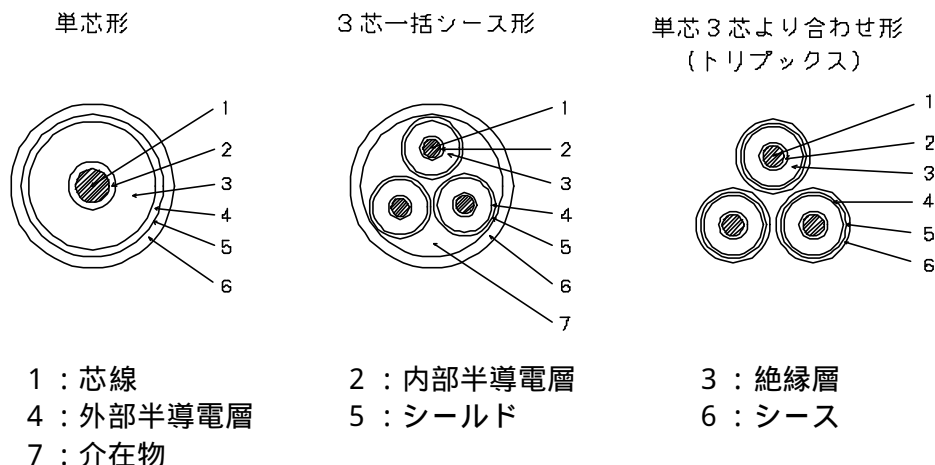



表１：半導電層の構造と略号

内部半導電層	外部半導電層	記　号
半導電性布テープ	半導電性布テープ	Ｔ－Ｔ形
押出半導電層	半導電性布テープ	Ｅ－Ｔ形
押出半導電層	押出半導電層	Ｅ－Ｅ形

９－３　ケーブルの劣化要因

ケーブルの劣化進行とともに絶縁破壊にいたるまでに起こる現象には、外傷などの不慮の事故により絶縁性能が急激に落ちることを除けば、一般に次の４種類の劣化要因とその現象が考えられます。

① 熱的劣化

ケーブルを構成する材料は許容値を超える温度になると、酸化、分解、揮発などによる化学反応成物が、イオン化して絶縁抵抗を下げ耐電圧性能を下げます。直流漏れ電流では検出されますが、部分放電では検出の例がありません。

② 電気的劣化

ゴム、プラスチック等、有機材料の電気的劣化の主要因は、コロナ劣化やトリー劣化です。コロナ劣化では、絶縁体中のボイド、絶縁体としゃへい層間などでコロナ放電が起り、徐々に絶縁体を侵食しますので耐電圧性能が下がります。又、電気トリー劣化では、しゃへい層上の鋭い突起から高電界による局部破壊が生じ、徐々に樹枝状に進展して耐電圧性能が下がります。この劣化は部分放電で検出されますが、現場ではノイズが大きいのでノイズ除去の工夫が必要です。ボイド内での絶縁抵抗が低ければ、コロナ放電は消滅してしまうので注意が必要です。

③ 吸水劣化

ゴム、プラスチックなどの有機材料の吸水現象は、短時間では問題ありませんが、長時間侵漬すると若干吸湿し、電界がかかると樹枝状に水が進展し水トリーが生じます。内導水トリーや外導水トリーはケーブルしゃへい層の突起から、又、ボウタイ状水トリーは絶縁体中のボイドや異物から発生します。

これらの水トリーは、直流漏れ電流や誘電正接の測定では検出できますが、部分放電測定では検出されません。

④ 化学的劣化

油類や化学薬品類を扱う石油化学工場などで問題になります。その形態は膨張、溶解、亀裂、化学トリー（樹枝状硫化銅結晶で導電性をもつ）などがあり耐電圧性能を低下させます。イオン性の溶剤による膨張、溶解及び化学トリーは、直流漏れ電流や誘電正接の測定では検出できます。亀裂の検出には部分放電測定が考えられますが、測定実績がありません。

このようにケーブルの場合は、直流高圧による絶縁診断がもっとも有効な方法といえます。

１０． ＣＶケーブルの診断

１０－１　ＰＡＳ．ＭＯＦを切りはなす場合

ＣＶケーブル単体ですので、図４のように測定して下さい。雨の日などはケーブル表面の絶縁抵抗（Ｒｓ）が影響しますのでガードを取るようにして下さい。

ガード端子は、被試験物（ケーブル）のシース上を流れる表面リーク電流を吸収する働きをします。よって、端末処理のされていないもの、極湿状態（雨天時又、雨の後など）、及び、汚損状態の激しい物の場合に使用します。

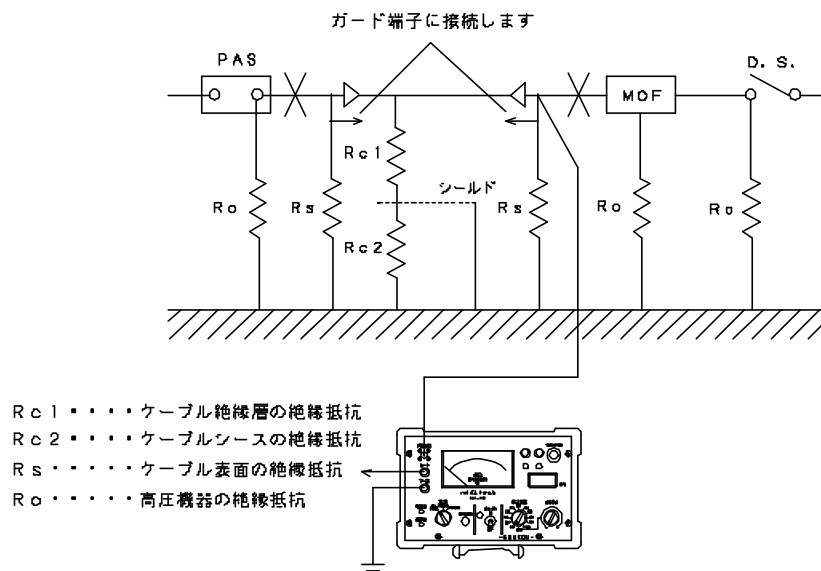



図４：PAS.MOFを切りはなす場合（アース接地方式）

１０－２　ＰＡＳ．ＭＯＦを切りはなさない場合

この場合は、高圧機器の絶縁抵抗（Ｒｏ）が影響しますので、まず図５のようにして全体に絶縁抵抗を測定して下さい。

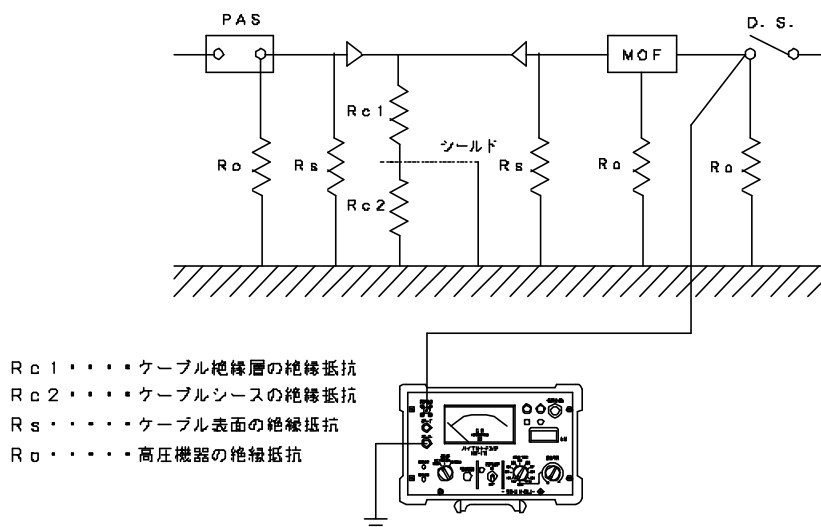



図５：PAS.MOFを切りはなさず機器を含めた絶縁抵抗を測定する（アース接地方式）

次に、図６のようにしますとＣＶケーブル内部の絶縁抵抗が測定できます。この時も、雨等の影響があるようでしたら、ガードを取って下さい。

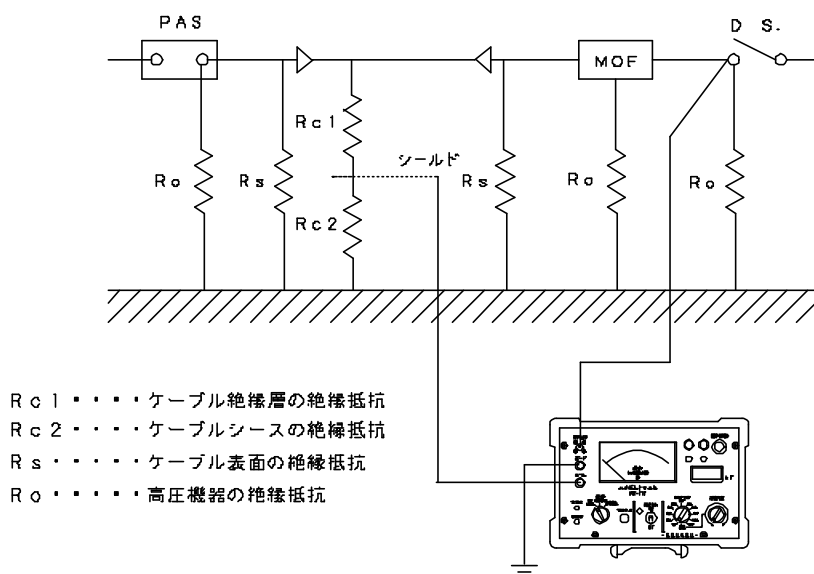



図６：PAS.MOF を切りはなさずケーブル単体の絶縁抵抗を測定する（ガード接地方式）

＊アース接地方式（Ｅ方式）

アース接地方式の場合は、高圧機器（PAS、MOF 等）の絶縁抵抗を流れる電流と、ケ−ブルを流れる電流の合成値を検出します。よってこの場合は、ケーブルの両端に接続されている高圧機器の機器絶縁抵抗に流れる電流の値が微少であれば問題はありません。

＊ガード接地方式（Ｇ方式）

ガード接地方式の場合は、高圧機器（PAS、MOF 等）をケーブルより切りはなさなくても、ケ−ブルのシールドをアース端子に、ガード端子を接地することで、ケーブルに流れる電流のみを検出します。

＊＊注意＊＊
高圧機器の絶縁状態が悪いと、ガード端子に高圧機器の漏れ電流が多く流れます。
この電流が多いと、絶縁抵抗計の指示値が出力電圧に対する定格負荷以内でも、設定した試験電圧を出力しない場合があります。
これは、絶縁抵抗の指示は、アース端子に流れる電流を測定しているためです。
（表：１　測定抵抗に対する出力電圧特性グラフ参照）

１１．ＣＶケーブルの劣化判定基準

１１－１　漏れ電流の最終値を見る（漏れ電流値）

　ＤＣ１０ｋＶの電圧を印加し、数分後の漏れ電流値（最終値）を測定します。この値により劣化を判定します。判定基準は表２のようになっています。

表２：漏れ電流値判定基準

	ＣＶケーブル	BNケーブル
良	１μＡ以下	１０μＡ以下
要注意	１～１０μＡ	１０～５０μＡ
不良	１０μＡ以上	５０μＡ以上

－高圧受電設備指針より－

　しかし、当社の実例によりますと、上記の表より１ケタ低い値になっており、下記の判定基準（表３）を採用しています。

表３：漏れ電流値判定基準（当社）

	ＣＶケーブル	
良	０．１μＡ以下	（100GΩ以上）
要注意	０．１～１μＡ	（10G～100GΩ）
不良	１μＡ以上	（10GΩ以下）

－当社の診断例より－

１１－２　電圧の変化による絶縁抵抗の変化を見る（弱点比）

　電圧を５ｋＶ、１０ｋＶと順次印加し、各電圧値における絶縁抵抗を測定し比を求めます。

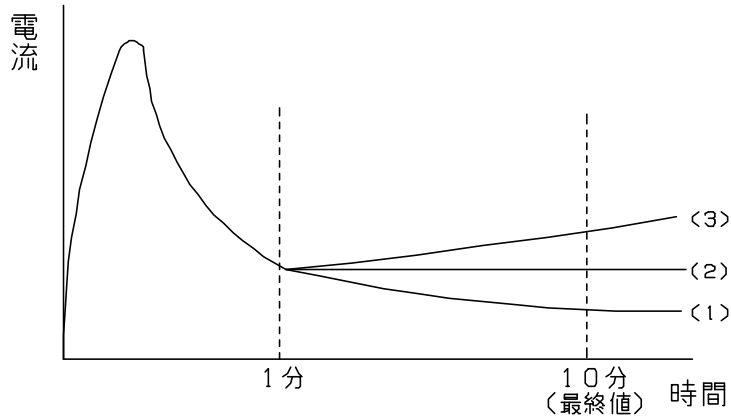
$$\text{弱点比} = \frac{\text{第1ステップの電圧での絶縁抵抗値}}{\text{第２ステップの電圧での絶縁抵抗値}}$$

　この弱点比の判定基準は、表４のようになります。

表４：弱点比の判定基準

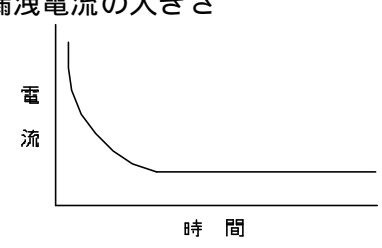
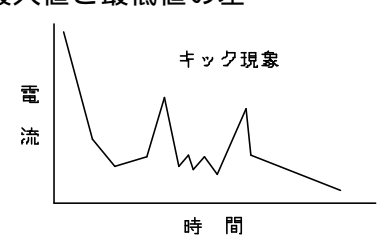
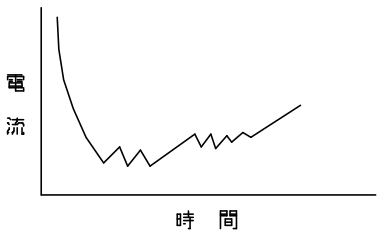
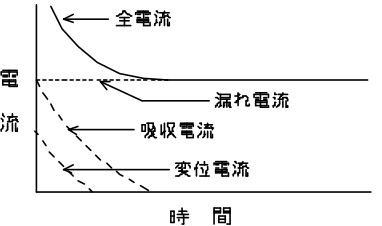
	弱点比
良	１以下
要注意	１～５
不良	５以上

１１－３　漏れ電流の時間的変化を見る（成極比）

図７：電流の時間的変化（成極比）

$$成極比 = \frac{電圧印加１分後の漏れ電流値}{電圧印加規定後の漏れ電流値} = \frac{電圧印加規定後の絶縁抵抗値}{電圧印加１分後の絶縁抵抗値}$$

電圧を印加した後の、漏れ電流の変化を見ます。(1)の場合は、最終時の漏れ電流値が１分値より減っていますので良です。(2)の場合は、最終時の漏れ電流値が１分値と同じですので要注意です。(3)の場合は、最終時の漏れ電流値が１分値より増えていますので危険な状態です。各値の目安は、次の表５のようになります。

表５：成極比の判定基準

	弱点比
良	１以上
要注意	0.5～１
不良	0.5以下

１１－４　３相の漏れ電流の不平衡を見る（相間不平衡率）

各相別々に漏れ電流を測定し、電流値の不平衡を見ます。例えば、R相＝0.12μA S相＝0.15μA、T相＝0.2μAの場合、相間不平衡率は

$$相間不平衡率 = \frac{三相の漏れ電流の最大値－最小値}{三相の漏れ電流の平均値} \times １００$$

$$= \frac{0.2-0.12}{0.1567} \times １００$$

$$= ５１\%$$

不平衡率が２００%をこえると要注意です。

表６：ＣＶケーブルの劣化判定基準

判定／項目	判定基準			備考
	良	要注意	不良（危険）	
漏洩電流	0.1μA以下	0.1～１μA	１μA以上	漏洩電流の大きさ
変　動	変動がないもの	時間的に離散的な変動があるもの	変動が大きくキックの現象があるもの	最大値と最低値の差
不平衡			不平衡率が２００％以上のもの	三相平均値に対する不平衡分
時間特性	変化しないもの	時間とともに増加するが安定するもの	時間とともに増加して不安定のもの	
成極比	１以上	0.5～１	0.5以下	

１２．現場におけるＣＶケーブルの診断の注意事項

１２－１　まえがき

診断は、ある程度の経験と基礎知識が必要です。接地の取り方、ガードの取り方、電圧の印加の仕方、フィルムの掛け方等、経験により漏洩電流が変わってきます。また、ＣＶケーブル、直流高圧の概念、発生装置の原理、過渡現象等の基礎知識が必要です。

１２－２　診断前の清掃

① がいし等の清掃

ケーブル単体ではもちろんする必要はありません。しかし、漏洩電流が多くなると電源への負担が大きくなり、表面を這う電流により出力電流が影響されます。そのためにも、がいし等は診断前に清掃する必要があります。

又、がいしのひび割れがあった場合の電流と、表面の漏洩電流を区別するためにも清掃する必要があります。乾拭きではなく、シリコンクリーナで汚れを落とし、乾いた布で拭いて下さい。

② プレハブ式ケーブルヘッドの清掃

先ず、シリコンクリーナで汚れをよく落とし、乾いた布で拭いて下さい。次に、きれいな布にベンジンをつけ表面を拭いて下さい。くれぐれも、ベンジンがないということで、シンナーを使用しないで下さい。

③ がいし型ケーブルヘッドの清掃

シリコンクリーナで汚れをよく落とし、乾いた布で拭いて下さい。

④ 清掃の必要性

時間が無いからといって清掃を怠りますと、よい診断結果はでません。後で再度、試験をやりなおすことにもなりかねません。時間が惜しいようでも清掃は必ずして下さい。

１２－３　シース絶縁の測定

① シース絶縁はなぜ測定するか

シース絶縁は、水トリーが発生する条件にあるかの判定材料になりますので、必ず測定し採って下さい。

② シース絶縁測定後の注意事項

測定後、シールドに電荷が溜まっていますので、必ず放電して下さい。短絡で電荷を放電した場合、電荷が戻りますので３分程度待って診断に移って下さい。

１２－４　接地の取り方

① 接地は確実に

接地は確実に取って下さい。A種（第１種）接地に取れば良いでしょう。この時、B種（第2種）接地と兼用になっていて、かつ全停電になっていない場合は、低圧側の漏電の電位変動が乗りますので避けて下さい。避けられない場合は、漏電による電位変動があることを考慮して試験結果を判定して下さい。

② 接地は太く短く

接地線は太い線（２ｓｑ程度）で、なるべく短くし引き回さないで下さい。

③ 記録計の接地は別に

記録計を使用する場合の接地は、ＣＶケーブルの接地とは別にして下さい。直流高圧の漏洩電流により電位変動が記録計に乗ります。

１２－５　フィルムカバーの掛け方

① なぜカバーをするか

　まず、風等が吹いている場合の漏洩電流をおさえます。次に、突起部が一度に外界にさらされるのをやわらげます。突起部の周辺では電界強度が大きくなり漏洩電流が流れやすくなります。そのため、フィルムカバーを掛ければ電界強度がやわらぎ漏洩電流は少なくなります。

② 材質は

　普通のビニール袋でかまいません。

③ どのように掛けるか

　ビニール袋の角に穴を開け、外側から高圧出力コードを挿入し、その状態でケーブルヘッドの電極部に接続します。そしてビニール袋で電極部を包み要所をテープで留めます。なるべく袋は膨らませて下さい。

１２－６　ガードの取り方

① ガードは取る必要があるのか

　ケーブルヘッドの表面がきれいで、天候等が良ければ原則として取る必要はありません。

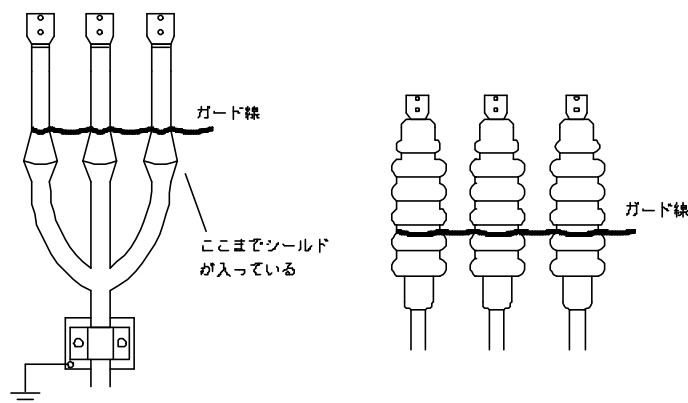
　しかし、湿度が高い時などはもちろん取って下さい。又、精度の高いデータを採られるのであれば是非取って下さい。

② ケーブルのガードは両端で

　電圧を印加した場合の表面の漏洩は、印加側と否印加側で起こります。ガードは、印加側と否印加側の両方で取って下さい。

③ ガードは何処に取るか

　ケーブルヘッドのガードは、電極部とシールド巻付部との間で取って下さい。電極部にあまり近いとガードに流れる電流が増え、電源の負担となります。また、シールド巻付部に近すぎるかそれ以下（シールド部へ接触又は、シース部分）ですと、ガードの役目はしません。電源部とシールド巻付け部を２：１に割る点に近い位置にして下さい。

図８：ガードの取り方

④ ガード線に何を使うか

　ガード線は、２ｓｑ程度の編成銅線を使用すると良いでしょう。編成銅線（網上のタイプでケーブルに密着させるため）を１m程度に切り、３本のケーブルに巻付けその端をクリップでつまみ接地極に落します。

（ケーブル単体の試験をされる場合は、３相の線の内１本をガード線に使用しますので、その決めた１相に接続します。）

１２－７　印加時の注意事項

① 基本的事項は確実に

１．接地は確実に取る。ターミナルはしっかり締める。
２．床を這う線はあまり交差させない。線を踏まない。
３．高圧出力コードの無理な線回しをしない。（印加中に外れる恐れが有り。）
４．不必要な物はかたづける。
５．不安定な姿勢で作業はしない。

どうでもいいと思われることでも、１つ１つ忠実にすることが大切です。

② 出来れば全停電で

全フィーダーの停電が出来ないので、１フィーダーだけ停電にして診断を行うことがありますが、出来るだけ避けて下さい。他の箇所で、受電していると地電圧が変動します。そのため、ケーブル診断の電流値も変動します。

又、他のフィーダーの遮断器の入切により誘導電流が流れたり、突入電流による見かけ上の地絡現象が起き、地電圧が変わります。

③ トランシーバは使用禁止

高圧印加を行いますので、危険防止のため相互に連絡を取合いますが、その時によくトランシーバが使用されます。これは実験すれば分かることですが、相当大きい誘導電流が流れます。診断中は、一時トランシーバ等の使用を停止して下さい。

又、他の所でも使用していないかを確認する必要があります。

④ 近くに高圧線・特高線は走っていませんか

ケーブルの近くに高圧線等が走っあると、トランシーバの使用と同じように誘導電流が流れます。この他に、電波の発射局（放送局、ＮＴＴのマイクロ波局、自衛隊及び軍の基地、アマチュア無線局等）があっても誘導電流が流れることがあります。

⑤ 判定する前に

一般に悪いＣＶケーブルは、そんなにゴロゴロしていることはありません。ですので、キック現象が出ることなど滅多にありません。よく問い合わせで「これは、キックではありませんか？」と言われますが、たいていがそうではありません。

ケーブル診断をする場合、悪いケーブルを見つけてやろうと気負ってしまって、一寸でも変わった現象が出ると悪い方向に判断結果を持って行きがちです。考え方を変えて、良いのが当たり前で悪いデータが出たら試験方法が悪いと考えて試験をすれば、本当に精度の良いデータが採れるようになるでしょう。

１２－８　測定手順

① がいし、ケーブルヘッド等の清掃

② 装置の設置、測定準備

１．装置の点検。
２．記録計の接続。
３．放電棒の用意。

③ メガ測定

１．各相と対地間の絶縁測定。（ａｔＤＣ１０００Ｖ）
　　この時、シールドは接地しておく。
２．シース絶縁測定。（ａｔＤＣ５００Ｖ）
３．放電後、約３分待つ。

④ 接地を取る

　１．アース接地方式の場合は、接地極に接続する。

　２．ガード接地方式の場合は、被試験物のシールドに接続する。

⑤ 高圧出力コードを被試験物に接続する

　１．この時、ビニール袋も掛ける。（必ずしも必要はない）

　２．無理なコードの回し方をしない。

⑥ ガードを取る

　１．ケーブル単体の場合は、３相の内の１相に接続する。（１相ずつ診断を行う場合）

　２．ガード接地方式の場合は、接地極に接続する。

⑦ 電圧を印加する

　１．第１ステップの電圧を印加する。記録の必要があれば記録計を動作させる。絶縁抵抗が安定するまで印加し、早く安定するようであれば２分程度で良い。

　２．電圧の印加をやめる。

　３．高圧出力スイッチを“ＯＦＦ”にする。

　４．電荷を放電させる。（自動放電）

　５．３分程度待つ。記録計の指示が“０”か確認する。

　６．電流が流れていないことを確認すれば、第２ステップの電圧を印加する。
　　１．～５．を繰り返す。

　７．電流が流れていないことを確認すれば、第３ステップの電圧を印加する。
　　１．～５．を繰り返す。

⑧ 高圧出力コード等の接続を外す

⑨ メガ測定

　１．シース絶縁測定。（ａｔＤＣ５００Ｖ）

　２．各相と対地間の絶縁測定。（ａｔＤＣ１０００Ｖ）
　　この時、シールドは接地しておく。

１２－９　判定基準及び判定方法

① シース絶縁の判定

晴天の日	1MΩ以上あれば良いでしょう
雨等の湿度の高い日	0.5MΩ以上

② 設備一括の電流値（１００００Ｖ印加）

	漏洩電流	絶縁抵抗
晴天の日	設備にもよるが１μＡ程度	10000MΩ
朝方	１～１０μＡ	10000～1000MΩ
雨の日	１０～１００μＡ	1000～100MΩ
設備不良	１００μＡ以上	100MΩ以下

③ ケーブル電流値（６６００Ｖ ＣＶケーブル １００００Ｖ印加）

判　定	漏洩電流	絶縁抵抗
良	0.1μＡ以下	100GΩ(10万MΩ)以上
要注意	0.1～1μＡ	100GΩ～10GΩ(10万MΩ～1万MΩ)
不　良	1μＡ以上	10GΩ(1万MΩ)以下

　電流波形が安定しない場合は、再度ケーブル清掃、ガードの取り直しを行い、可能なかぎり全停状態で再度測定すると良いでしょう。それでも安定しないようであれば上記のように1ヶ月以内程度の日を選び、再度測定を行って下さい。

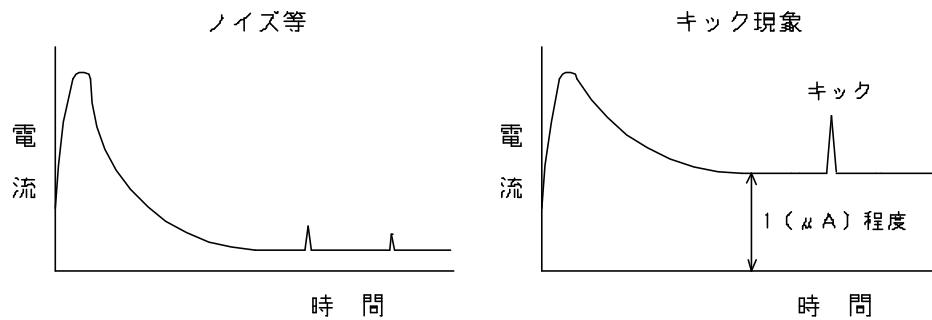
④ キック現象

前項にも書いてあるように、キック現象がそんなに多発することはありません。

ほとんどは、誘導等の原因によるものです。見分けるポイントは電流の大きさです。

キックが起きるにはそこそこの水トリーが発生しているわけですから、ベース電流が１μA程度は流れていなければなりません。そうした状況下でキックは起きます。

図に示せば、下図のようになります。

図９：キック現象の例

⑤ その他の点検

１．受電状態から停電にした直後のケーブルヘッド、接続部等の温度をみる。異常に熱くなっていないか。

２．ケーブルに異常な膨らみがないか。

３．メガ測定の時に、プローブの電極部でケーブルヘッドをなでてみる。劣化している場合、絶縁抵抗が低下しているため絶縁抵抗に変化がないか確かめる。

表1：測定抵抗に対する出力電圧特性グラフ

218
196
296
ハイボルトテスタ
HVT-11K
-11.00
SOUKOU